



TITLE:

コンクリート内部環境模擬水溶液 のpH適用範囲

AUTHOR(S):

平野, 裕一

CITATION:

平野, 裕一. コンクリート内部環境模擬水溶液のpH適用範囲. 京都大学
大学院工学研究科技術部報告集 2017, 14: 62-63

ISSUE DATE:

2017-06

URL:

<https://doi.org/10.14989/226016>

RIGHT:

コンクリート内部環境模擬水溶液の pH 適用範囲

平野 裕一

京都大学大学院 工学研究科

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の劣化現象の一つに、何らかの原因で内部の鉄筋が腐食してコンクリートにひび割れが入り、やがて表面のコンクリートがはがれ落ちてしまうという現象がある。そして、より悪化した場合には、構造物全体として使用に堪えられない状態になる、あるいは構造物が崩壊してしまうこともある。

このような劣化現象のメカニズム解明や劣化防止技術の研究を行うため、劣化現象を実験室内で再現する必要がある、全国各地の大学や研究施設で数多くの試験体をつくっては壊し、ということを繰り返し研究が進められている。しかし、コンクリートは製作するのに時間がかかり、かなりの重量があるため、コンクリートで様々な条件を再現するには大変な時間と手間を要する。

そこで、研究の初期段階では、健全なコンクリートの内部が強アルカリ性に保たれていることを踏まえ、pH を調整した水溶液によるコンクリート内部環境の模擬がなされることがある。ステンレス鉄筋の基準化に際しての耐食性の研究¹⁾にも用いられているこの方法は、取り扱いのしやすい水溶液であるため、多様な条件の環境が容易に可能となるという利点がある。

筆者の担当する研究室においても、鉄筋コンクリートの内部にある鉄筋の腐食メカニズム評価を目的に、水溶液による模擬が用いられており、最近ではステン

レス鉄筋の性質の研究でも利用されている。

2. 問題点

筆者が行った準備段階での実験で、図 1 に示すように pH と塩化物イオン濃度を調整したはずの水溶液の pH が時間の経過とともに低下するという現象が観察された。なお、pH 調整に用いた溶質は水酸化カルシウムである。また、塩化物イオンの調整は塩化ナトリウムを用いた。単位の kg/m^3 は、単位体積当たりの塩化物イオンの質量を示している。実際のコンクリート中の塩化物イオン量の評価においてもこの単位が用いられている。

飽和水酸化カルシウム水溶液の pH は約 12.6 である。水酸化カルシウム水溶液が飽和状態で塩化物イオンがほとんどなければ pH は低下しない。しかし、塩化物イオン濃度が高い場合や飽和ではない水酸化カルシウム水溶液では、数日後には pH が大きく低下し中性付近に至る。

そのため、この状態でこの水溶液を試験に用いてしまうと、想定していた pH よりも低い環境で試験することになる。また、高アルカリ環境下で安定する鉄筋にとって、厳しい環境を再現することになり、試験の目的を果たせない。

本稿では、その原因と模擬水溶液の適用範囲を考察するために行った試験²⁾を紹介する。

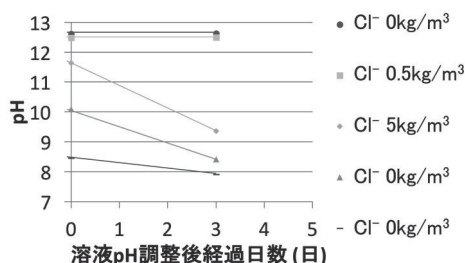


図 1 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液 pH 調整後の pH 低下

3. 試験概要

pH 調整には水酸化ナトリウムと水酸化カルシウムの 2 種類の溶質を用いた。初期 pH は、健全なコンクリートの pH13 とコンクリートの中性化という劣化現象における pH の 9 から 10³⁾を考慮し、pH9、11、12.6 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ のみ)、13 (NaOH のみ)とした。塩化物イオン濃度の調整には塩化ナトリウムを用い、0

から 15 kg/m^3 の 3 から 5 種類とした。測定時以外に外気に触れないように、ふたつきのプラスチック容器内に満水状態で保管した。水溶液の量は他の研究の都合上 130 mL または 1000 mL とした。pH 測定はガラス電極方式の pH 測定機器を用い、20 日から 30 日までの経過を測定した。

4. 試験結果

水酸化ナトリウム、水酸化カルシウムの水溶液 pH 調整後の推移をそれぞれ図 2、図 3 に示す。

水酸化ナトリウム水溶液では、pH11、13 では塩化物イオン濃度に関わらず変化はほとんどなかったが、pH9 では時間の経過とともに pH が低下し、塩化物イオンが入っている水溶液では、水溶液 pH 調整直後に pH7 付近まで低下した。

水酸化カルシウム水溶液では、pH12.6 では塩化物イオン濃度に関わらず変化はほとんどなかったが、pH11、9 では時間の経過とともに pH が低下し、特に塩化物イオンが入っている水溶液の pH 低下が著しい。pH9 の塩化物イオン濃度が高い水溶液では、pH 調整直後に pH7 付近まで低下した。

pH 調整直後の pH 低下のため、中性化したコンクリートの pH9 から 10 を水溶液により安定して模擬することは困難であると考えられる。

pH 低下の原因として、水酸化ナトリウムと水酸化カルシウムは強塩基といわれているが電離度は 1 ではないため、電離の影響があると考えられる。また、水溶液中に存在する、あるいは pH 調整後に溶けた二酸化炭素による炭酸化の影響があると考えられる。

5. 試験の結論

(1) 水溶液によるコンクリート内部環境模擬水溶液の pH 適用範囲は、塩化物イオン濃度が 15 kg/m^3 までの範囲において、水酸化ナトリウム水溶液では pH11 以上、水酸化カルシウム水溶液では飽和水溶液のみであると考えられる。

(2) pH9 から 10 の中性化したコンクリート内部環境の安定した模擬は困難であると考えられる。

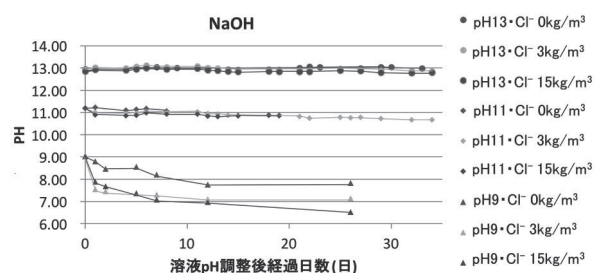


図 2 NaOH 水溶液 pH 調整後経過日数と pH の関係

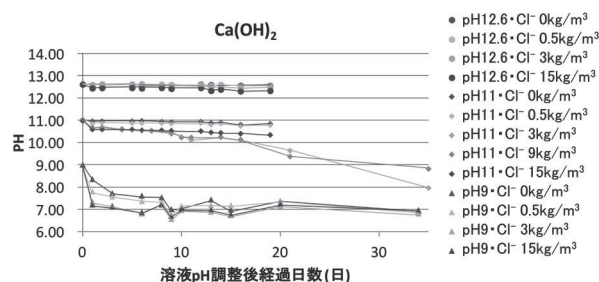


図 3 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 水溶液 pH 調整後経過日数と pH の関係

6. おわりに

水溶液によるコンクリート内部環境の模擬は容易であるが、pH が変化してしまうために、適用範囲が存在するので注意を要する。

参考文献

- 1) たとえば、佃有射、加藤碩、丸屋剛、山路 徹 ステンレス鋼材の腐食発生限界塩化物イオン濃度に関する実験的検討、コンクリート工学年次論文集 Vol.30 No.1 (2008) pp.1119-1124
- 2) 平野裕一、高谷哲、山本貴士 コンクリート内部環境を模擬した水溶液の pH 変化 平成 28 年度土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会講演概要集 (2016) V-427.
- 3) 宮川豊章、六郷恵哲 土木材料学 朝倉書店 (2013)、p.55

連絡先

E-mail : hirano.yuichi.6u@kyoto-u.ac.jp

※本稿は「総合技術研究会2017 東京大学 予稿集」に掲載されたものです。